

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. August 2005 (11.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/073519 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F01D 15/10**, F02C 3/10, F02K 3/04, 3/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000137

(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Januar 2005 (29.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 10 2004 004 945.9 31. Januar 2004 (31.01.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SHARP, John** [GB/GB]; The Lodge, Combe Lane, Widemouth Bay, Bude, North Cornwall EX23 0AA (GB). **KREINER, Andreas** [DE/DE]; Gablonzer Strasse 7, 85221 Dachau (DE).

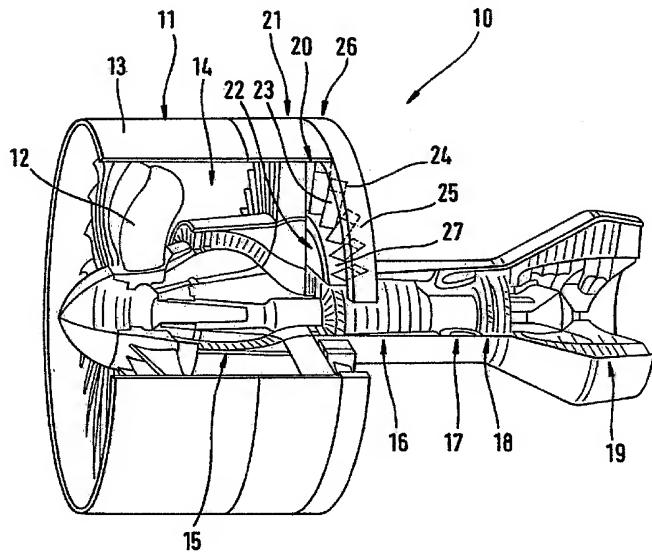
(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES GMBH**; Intellectual Property Management (ASI), Postfach 50 06 40, 80976 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GAS TURBINE, ESPECIALLY AN AIRCRAFT ENGINE

(54) Bezeichnung: GASTURBINE, INSbesondere FLUGTRIEBWERK



(57) Abstract: The invention relates to a gas turbine, especially an aircraft engine. Said gas turbine comprises at least one compressor (15, 16), at least one combustion chamber (17), at least one turbine (18, 19), and at least one generator (20) for generating electrical energy, the or each generator (20) comprising at least one stator (25) and at least one rotor (22). According to the invention, the or each rotor (22) of the or each generator (20) is embodied as a free-wheeling generator turbine that is driven by a gas flow in such a way that it rotates in relation to the respective stator (25) of the respective generator (20) and thus generates electrical energy from the kinetic energy of the gas flow.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/073519 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere ein Flugtriebwerk. Die Gasturbine weist mindestens einen Verdichter (15, 16), mindestens eine Brennkammer (17), mindestens eine Turbine (18, 19) und mindestens einen Generator (20) zur Erzeugung elektrischer Energie auf, wobei der oder jeder Generator (20) mindestens einen Ständer (25) und mindestens einen Läufer (22) aufweist. Erfindungsgemäß ist der oder jeder Läufer (22) des oder jeden Generators (20) als freilaufende Generatorturbine ausgebildet, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zu dem jeweiligen Ständer (25) des jeweiligen Generators (20) rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt.

## Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk

Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere ein Flugtriebwerk, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Triebwerke von Flugzeugen, sei es zivile Flugtriebwerke oder militärische Flugtriebwerke, erzeugen neben einem Vorschub zur Fortbewegung des Flugzeugs auch Energie zur Versorgung von Anbaueinrichtungen bzw. Nebenaggregaten der Gasturbine oder zur Versorgung flugzeugseitiger Systeme, wie z. B. der Klimaanlage. Bei den Anbaueinrichtungen, Nebenaggregaten oder auch flugzeugseitigen Systemen eines Flugtriebwerks kann es sich um hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch bzw. elektromotorisch angetriebene Einrichtungen, Aggregate oder Systeme handeln.

Bei der Entwicklung von Flugzeugen ist ein eindeutiger Trend dahingehend festzustellen, dass zunehmend mehr elektrische Energie im Flugzeug benötigt wird. Dies liegt zum einen darin begründet, dass hydraulisch oder pneumatisch betriebene Flugzeugsysteme (zum Beispiel Klimaanlage oder Aktuatoren) durch elektromotorisch betriebene Systeme ersetzt werden, und dass andererseits ein immer größerer Energiebedarf pro Sitzplatz im Flugzeug benötigt wird. Die Flugtriebwerke müssen daher immer größere elektrische Leistungen bzw. eine immer größere elektrische Energie bereitstellen. Derartige Flugtriebwerke werden auch als „More Electric Engine“ (MEE) bezeichnet.

Zur Erzeugung von elektrischer Energie zur Versorgung der Anbaueinrichtungen oder Nebenaggregate der Gasturbine sowie der flugzeugseitigen Systeme ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, einem Kerntriebwerk der Gasturbine mechanische Energie zu entnehmen, die z. B. für den Antrieb von Pumpen und Generatoren verwendet wird. Die DE 41 31 713 C2 zeigt ein Flugtriebwerk, wobei einem Kerntriebwerk Wellenleistung entnommen wird und diese Wellenleistung Nebenaggregaten zugeführt wird.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Gasturbine, insbesondere ein neuartiges Flugtriebwerk, zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Gasturbine durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist der oder jeder Läufer des oder jeden Generators als freilaufende Generatorturbine ausgebildet, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zu dem jeweiligen Ständer des jeweiligen Generators rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt. Hierdurch ergibt sich ein völlig neues Konzept bzw. Prinzip für den Aufbau einer als "More Electric Engine" ausgebildeten Gasturbine.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Gasturbine ein Fanmodul mit mindestens einem Fan, wobei der oder jeder Generator stromabwärts des oder jeden Fans positioniert ist, derart, dass die oder jede freilaufende Generatorturbine des oder jeden Generators von einer Gasströmung des oder jedes Fans angetrieben wird. Der oder jeder Generator erzeugt hierbei aus einer sogenannten Bypass-Gasströmung des Fanmoduls elektrische Energie. Vorzugsweise ist der oder jeder Generator in ein Generatormodul integriert, wobei das Generatormodul am stromabwärts liegenden Ende eines Fanströmungskanals mit dem Fanmodul lösbar verbunden ist.

Nach einer alternativen, vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der oder jeder Generator stromabwärts einer Niederdruckturbine der Gasturbine positioniert, wobei hierdurch Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine verlassenden Gasströmung in elektrische Energie gewandelt wird. Es ist auch möglich, einen Generator stromabwärts des Fanmoduls und einen weiteren Generator stromabwärts des Niederdruckturbine der Gasturbine zu positionieren, wobei hierdurch einerseits Bewegungsenergie der das Fanmodul verlassenden Bypass-Gasströmung und andererseits Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine verlassenden Gasströmung in elektrische Energie gewandelt wird.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer erfindungsgemäßen Gasturbine.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine als Flugtriebwerk ausgebildete Gasturbine 10 in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Seitenansicht. Die Gasturbine 10 der Fig. 1 verfügt über ein Fanmodul 11 mit einem sich drehenden Lüfter bzw. Fan 12, wobei der Fan 12 von einem Gehäuse 13 des Fanmoduls 11 umgeben ist. Stromabwärts des Fans 12 schließt sich ein Fanströmungskanal 14 an. Der Fan 12 wirkt als Niederdruckverdichter, wobei sich stromabwärts des Fans 12 weiterhin ein Mitteldruckverdichter 15 sowie ein Hochdruckverdichter 16, eine Brennkammer 17, eine Hochdruckturbine 18 sowie eine Niederdruckturbine 19 anschließen. Der Mitteldruckverdichter 15, der Hochdruckverdichter 16, die Brennkammer 17, die Hochdruckturbine 18 und die Niederdruckturbine 19 bilden zusammen das sogenannte Kerntriebwerk der Gasturbine 10. Ein Teil der von dem als Niederdruckverdichter wirkenden Fan 12 erzeugten Gasströmung gelangt in das Kerntriebwerk, ein anderer Teil gelangt in den Fanströmungskanal 14. Der in den Fanströmungskanal 14 gelangende Anteil der vom Fan 12 erzeugten Gasströmung bezeichnet man als Bypass-Gasströmung.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird nun vorgeschlagen, der Gasturbine mindestens einen Generator zur Erzeugung elektrischer Energie zuzuordnen, wobei ein Läufer eines jeden Generators als freilaufende Generatorturbine ausgebildet ist, und wobei der Läufer angetrieben von einer Gasströmung relativ zu einem Ständer des jeweiligen Generators rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Gasturbine 10 ein Generator 20 zugeordnet, wobei der Generator 20 in ein Generatormodul 26 integriert ist, und wobei das Generatormodul 26 an einem stromabwärts liegenden Ende 21 des Fanmoduls 11 bzw. des Fanströmungskanals 14 positioniert ist. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 wird ein als freilaufende Generatorturbine ausgebildeter Läufer 22 des Generators 20 demnach von der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11 angetrieben, und der Generator 20 erzeugt aus der Bewegungsenergie der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11 elektrische Energie. Wie der Fig. 1 entnommen werden kann, verfügt der Läufer 22 des Genera-

tors 20 über mehrere rotierende Schaufeln 23, wobei radial außenliegenden Enden der Schaufeln 23 Polstücke 24 zugeordnet sind. Der von den Schaufeln 23 und den Polstücken 24 gebildete Läufer 22 des Generators 20 ist radial außen von einem Ständer 25 des Generators 20 umschlossen, wobei der Ständer 25 Windungen und magnetische Schaltkreise zur Erzeugung der elektrischen Energie aufweist.

Am radial innenliegenden Ende sind die Schaufeln 23 des Läufers 22 an einem äußeren, rotierenden Lagerring 27 eines Drehlagers befestigt. Das Lager ist demnach wie das gesamte Generatormodul 26 stromabwärts des Fanmoduls 11 positioniert und arbeit daher in einer relativ kalten und relativ sauberen Umgebung.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der hier vorliegenden Erfindung ist das den Generator 20 aufweisende Generatormodul 26 lösbar mit dem Fanmodul 11 verbunden. Ein Außen-durchmesser des Generatormoduls 26 ist dabei an den Außendurchmesser des Fanmoduls 11 derart angepasst, dass das Generatormodul 26 radial nicht gegenüber dem Fanmodul 11 vorsteht. Die Verbindung des Generatormoduls 26 mit dem Fanmodul 11 kann durch eine Vielzahl von Befestigungsmitteln erfolgen, insbesondere durch Sicherungsbolzen oder sogenannte V-Klammern. Durch die lösbare Anbindung des Generatormoduls 26 an das Fanmodul 11 ist sichergestellt, dass das Generatormodul 26 zu Wartungsarbeiten auf einfache Art und Weise vom Fanmodul 11 demontiert werden kann.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Generator 20 des Generatormoduls 26 einstufig ausgebildet, d.h. er verfügt über einen Läufer 22 mit mehreren dem Läufer 22 zugeordneten Schaufeln 23. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung kann jedoch auch ein Generator verwendet werden, der mehrere als freilaufende Generatorturbinen ausgebildete Läufer umfasst, der demnach mehrstufig ausgebildet ist. Dabei können die mehreren als freilaufende Generatorturbinen ausgebildeten Läufer entweder gleichsinnig oder gegensinnig rotieren.

Der Läufer 22 des Generators 20 verfügt, wie bereits erwähnt, über mehrere mit dem Läufer 22 rotierende Schaufeln 23. Der Läufer 22 verfügt über eine geringere Anzahl von

Schaufeln als der Fan 12 des Fanmoduls 11. Daraus folgt, dass der Läufer 22 des Generators 20 weitestgehend unempfindlich gegenüber Vogelschlag oder auch Hagelschlag ist.

In der einfachsten Ausführung des Generators 20 sind die Schaufeln 23 des sich drehenden Läufers 22 feststehend ausgebildet, was bedeutet, dass die Schaufeln 23 stets mit demselben Anströmwinkel von der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11 angeströmt werden. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist es jedoch auch möglich, die Schaufeln 23 des Läufers 22 verstellbar zu gestalten. Hierdurch kann der Anströmwinkel der Schaufeln 23 derart eingestellt werden, dass die Abgabeleistung des Generators 20 an die Betriebsbedingungen der Gasturbine 10 angepasst ist. Hierdurch ist es möglich, der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11 ein Optimum an Energie zu entziehen und damit eine höhere elektrische Energie zu erzeugen. Hierdurch kann demnach die Effektivität des Generators 20 gesteigert werden.

Die im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene, erfindungsgemäße Ausgestaltung der Gasturbine 10 verfügt über den Vorteil, dass zur Erzeugung elektrischer Energie mithilfe des Generators 20 der Aufbau der Gasturbine 10, insbesondere der Aufbau eines Kerntriebwerks der Gasturbine 10, nicht geändert werden muss. Den aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktionsprinzipien zur Erzeugung elektrischer Energie an einer Gasturbine ist allesamt gemeinsam, dass dem Kerntriebwerk der Gasturbine Wellenleistung entnommen wird. Die hier vorliegende Erfindung kehrt sich von diesem Prinzip ab und schlägt eine Gasturbine 10 mit dem Generator 20 vor, der aus einer Gasströmung, vorzugsweise aus der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11, elektrische Energie erzeugt. Dies hat den Vorteil, dass der Generator 20 in einer relativ sauberen und relativ kalten Umgebung arbeitet. Der Generator 20 muss demnach so gut wie nicht gekühlt werden. Weiterhin sind keine konstruktiven Änderungen am Kerntriebwerk der Gasturbine erforderlich.

Im Unterschied zum gezeigten Ausführungsbeispiel ist es selbstverständlich möglich, die Polstücke des Läufers 22 den radial innenliegenden Enden der Schaufeln 23 zuzuordnen. In diesem Fall wäre der Ständer des Generators nicht radial außen bezüglich des Läufers 22 positioniert, sondern vielmehr radial innen. Der Läufer würde demnach in diesem Fall den Ständer des Generators radial außen umschließen.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass der Generator 20 des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 auch im Motorbetrieb eingesetzt werden kann. Dies kann zum Beispiel dann von Nutzen sein, wenn sich ein Flugzeug, welches derartige Gasturbinen aufweist, in Parkposition befindet und eine Drehung des Fans 12 infolge von Windeinflüssen verhindert werden soll. Weiterhin kann dann, wenn der Generator 20 im Motorbetrieb betrieben wird, am Auslass des Fans 12 ein negativer Druck erzeugt werden, um so ein effektiveres Beschleunigen des Fans 12 zu ermöglichen.

Im Unterschied zum gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist es weiterhin möglich, einen Generator mit einem als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufer stromabwärts der Niederdruckturbine 19 zu positionieren. In diesem Fall würde der Läufer von der die Niederdruckturbine 19 verlassenden Gasströmung angetrieben und aus der Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine 19 verlassenden Gasströmung würde dann elektrische Energie erzeugt. In diesem Fall müsste lediglich die Konstruktion des Generators auf einen Einsatz in höheren Temperaturbereichen ausgelegt werden.

Ebenfalls ist es möglich, einen ersten Generator stromabwärts des Fanmoduls 11 und einen weiteren Generator stromabwärts der Niederdruckturbine 19 zu positionieren. In diesem Fall würde sowohl aus der Bewegungsenergie der Bypass-Gasströmung des Fanmoduls 11 als auch aus der Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine 19 verlassenden Gasströmung elektrische Energie erzeugt.

Bevorzugt ist jedoch die in Fig. 1 gezeigte Anordnung, bei welcher der Generator 20 stromabwärts des Fanmoduls 11 positioniert und in ein als separate Baugruppe ausgebildetes Generatormodul 26 integriert ist, wobei das Generatormodul 26 lösbar mit dem Fanmodul 11 befestigt ist. Mit einem derartigen Generator lassen sich während des normalen Betriebs der Gasturbine 10 mehrere Hundert Kilowatt an elektrischer Energie erzeugen. Während eines sogenannten "Engine Windmilling" kann der Generator 20 eine elektrische Notfallleistung von ca. 30 kW erzeugen.

Das erfindungsgemäße Prinzip zur Bereitstellung einer sogenannten More Electric Engine kann bei einer Vielzahl von Flugtriebwerken zum Einsatz kommen, so zum Beispiel bei Turboprop-Triebwerken, bei Flugtriebwerken mit einer hohen Bypass-Gasströmung des Fanmoduls, wie sie bei zivilen Flugtriebwerken üblich ist, bei Flugtriebwerken mit einer niedrigen Bypass-Gasströmung des Fanmoduls, wie sie bei militärischen Flugtriebwerken üblich ist, oder auch in Triebwerken, die in einem Helikopter Verwendung finden.

## Patentansprüche

1. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk, mit mindestens einem Verdichter (15, 16), mindestens einer Brennkammer (17), mindestens einer Turbine (18, 19) und mindestens einem Generator (20) zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei der oder jeder Generator (20) mindestens einen Ständer (25) und mindestens einen Läufer (22) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der oder jeder Läufer (22) des oder jeden Generators (20) als freilaufende Generatorturbine ausgebildet ist, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zu dem jeweiligen Ständer (25) des jeweiligen Generators rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt.
2. Gasturbine nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dieselbe weiterhin ein Fanmodul (11) mit mindestens einem Fan (12) aufweist, wobei der oder jeder Generator (20) stromabwärts des oder jeden Fans (12) positioniert ist, derart, dass die oder jede freilaufende Generatorturbine des oder jeden Generators (20) von einer Gasströmung des oder jedes Fans (12) angetrieben wird.
3. Gasturbine nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der oder jeder Generator (20) in ein Generatormodul (26) integriert ist, wobei das Generatormodul (26) am stromabwärts liegenden Ende (21) eines Fanströmungskanals (14) mit dem Fanmodul (11) lösbar verbunden ist.
4. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der oder jeder Generator (20) aus einer Bypass-Gasströmung des Fanmoduls (11) elektrische Energie erzeugt.

5. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder als freilaufende Generatorturbine ausgebildete Läufer (22) des oder jeden Generators (20) mehrere rotierende Schaufeln (23) mit den Schaufel (23) zugeordneten Polstücken (24) aufweist.
6. Gasturbine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Polstücke (24) radial außenliegenden Enden der rotierenden Schaufeln (23) des oder jeden als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufers (22) zugeordnet sind, wobei der jeweilige Ständer (25) des Generators den Läufer (22) radial außen umschließt.
7. Gasturbine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Polstücke radial innenliegenden Enden der rotierenden Schaufeln des oder jeden als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufers zugeordnet sind, wobei der oder jeder Läufer den jeweiligen Ständer des Generators radial außen umschließt.
8. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder als freilaufende Generatorturbine ausgebildete Läufer (22) des oder jeden Generators (20) ein geringe Anzahl von Schaufeln aufweist als der oder jeder Fan (12) des Fanmoduls (11).
9. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder Generator mehrere Generatorstufen aufweist, wobei jede Generatorstufe von einem als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufer und einem zugeordneten Ständer gebildet ist.

10. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (23) des oder jeden als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufers (22) zur Anpassung des Anströmwinkels derselben verstellbar sind.
11. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder Generator stromabwärts einer Niederdruckturbine der Gasturbine positioniert ist, wobei hierdurch Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine verlassenden Gasströmung in elektrische Energie gewandelt wird.
12. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Generator stromabwärts des Fanmoduls und ein weiterer Generator stromabwärts des Niederdruckturbine der Gasturbine positioniert ist, wobei hierdurch einerseits Bewegungsenergie der das Fanmodul verlassenden Gasströmung und andererseits Bewegungsenergie der die Niederdruckturbine verlassenden Gasströmung in elektrische Energie gewandelt wird.

1 / 1

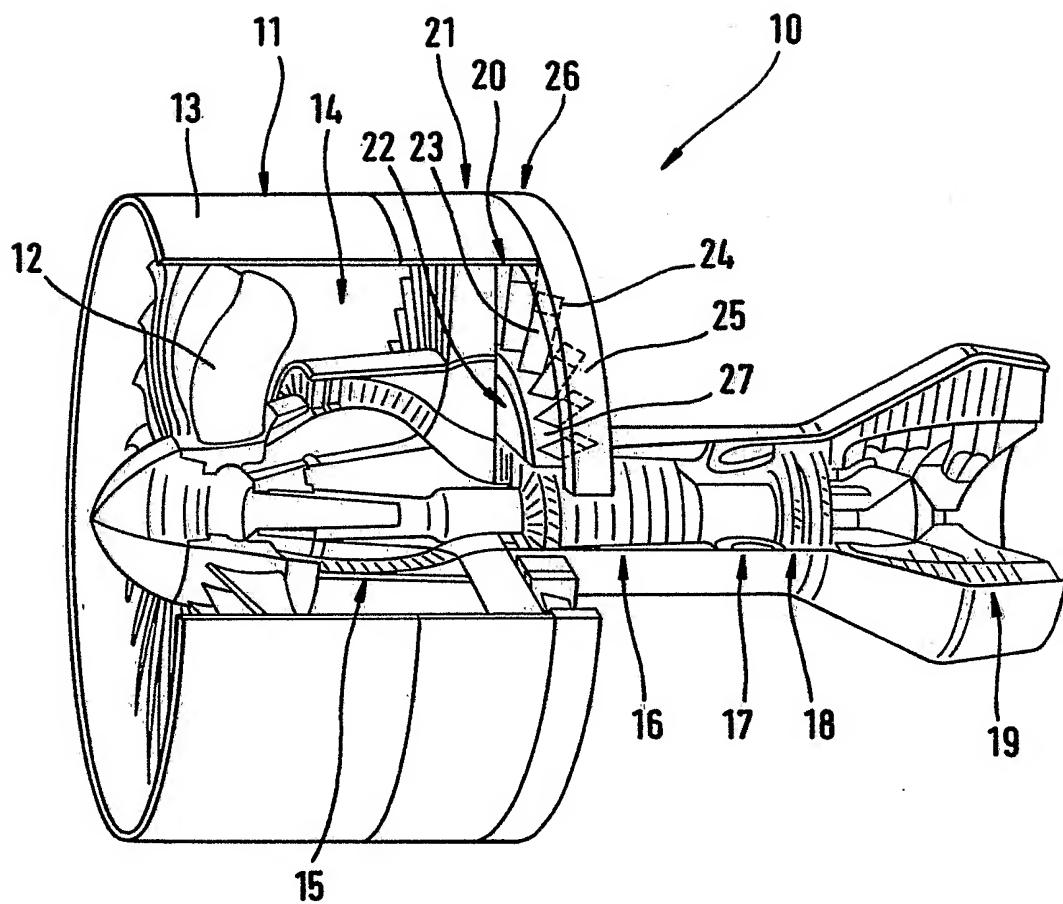


Fig. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000137

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01D15/10 F02C3/10 F02K3/04 F02K3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D F02C F02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 376 827 A (HINES ET AL) 27 December 1994 (1994-12-27) figures	1,9,11
Y	-----	5,6
Y	US 2002/122723 A1 (CARE IAN C. D ET AL) 5 September 2002 (2002-09-05) figures	5,6
A	US 2 853 638 A (BONNANO JOSEPH L ET AL) 23 September 1958 (1958-09-23) figures	5,6,11
A	GB 1 174 969 A (ROLLS-ROYCE LTD) 17 December 1969 (1969-12-17) figures	1-12
	-----	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

<sup>a</sup> Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 2005

Date of mailing of the International search report

22/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000137

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5376827	A	27-12-1994	NONE		
US 2002122723	A1	05-09-2002	GB 2372157 A		14-08-2002
			US 2002121080 A1		05-09-2002
			US 2004123603 A1		01-07-2004
US 2853638	A	23-09-1958	NONE		
GB 1174969	A	17-12-1969	DE 1803419 A1		19-06-1969
			FR 1588007 A		03-04-1970

# INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000137

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01D15/10 F02C3/10 F02K3/04 F02K3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01D F02C F02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 376 827 A (HINES ET AL) 27. Dezember 1994 (1994-12-27)	1,9,11
Y	Abbildungen -----	5,6
Y	US 2002/122723 A1 (CARE IAN C. D ET AL) 5. September 2002 (2002-09-05)	5,6
	Abbildungen -----	
A	US 2 853 638 A (BONNANO JOSEPH L ET AL) 23. September 1958 (1958-09-23)	5,6,11
	Abbildungen -----	
A	GB 1 174 969 A (ROLLS-ROYCE LTD) 17. Dezember 1969 (1969-12-17)	1-12
	Abbildungen -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

12. April 2005

22/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raspo, F

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000137

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5376827	A	27-12-1994	KEINE			
US 2002122723	A1	05-09-2002	GB 2372157 A US 2002121080 A1 US 2004123603 A1		14-08-2002 05-09-2002 01-07-2004	
US 2853638	A	23-09-1958	KEINE			
GB 1174969	A	17-12-1969	DE 1803419 A1 FR 1588007 A		19-06-1969 03-04-1970	